

Tanja Jurvansuu

VISMUTTISUOJIENTÄ KÄYTTÖ RINTOJEN SUOJAAMISESSA

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

VISMUTTISUOJEN KÄYTTÖ RINTOJEN SUOJAAMISESSA

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Tanja Jurvansuu
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Radiografia ja sädehoito
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Tekijä: Tanja Jurvansuu

Opinnäytetyön nimi: Vismuttisuojiin käyttö rintojen suojaamisessa – Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Työn ohjaajat: Anja Henner, Karoliina Paalimäki-Paakki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015

Sivumäärä: 38 + 1 liite

Ulkoisia suoja käytetään yleisesti säteilyherkkien elinten, kuten rintojen suojaamiseen TT-tutkimuksissa. Naisilla rinnat ovat säteilyherkimpiä elimiä. TT-tutkimuksissa säteilyannokset ovat suuria, joten erityisesti keuhkojen TT-tutkimuksessa naisille tulee suuri annos juuri rintojen alueelle. Alle 35-vuotiaille naisille jo 10 mSv:n annos lisää riskiä sairastua rintasyöpään. Tämän vuoksi on kehitetty useita eri tekniikoita rintojen säteilyannoksen minimointiin keuhkojen TT-tutkimuksissa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää systemaattisella kirjallisuuskatsauksella sisällönanalyysin keinoin vismuttisuojiin tuomaa annossäästöä rinnoille, ja tätä kautta tuoda esille säteilyherkkien elinten suojaamisen tärkeyttä. Tarkoituksena on myös selvittää vaikuttavatko vismuttisuojiin kuvanlaatuun.

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku toteutui suunnitellun hakustrategian mukaisesti seitsemästä tietokannasta, joista hakutuloksia tuli yhteensä 1368. Hakutulokset seulottiin vuosiluvun, kielen, otsikon, tiivistelmän ja kokotekstin perusteella. Kaikkien karsintavaiheiden jälkeen oli tuloksena kahdeksan luotettavaa tutkimusta. Dokumentointi tehtiin kirjallisuuskatsauksen luotettavuuden ja toistettavuuden varmistamiseksi. Valitut tutkimukset analysoitiin ja tulokset kirjattiin muistiin.

Opinnäytetyön tulokset osoittavat vismuttisuojiin tuovan annossäästöä rinnoille rintakehän alueen TT-tutkimuksissa. Vismuttisuojiin tuovat kuitenkin kuviin kohinaa ja artefakteja, jotka voivat vaikuttaa kuvanlaatuun heikentävästi. Nykyisillä TT-laitteilla voidaan käyttää erilaisia automaattisia annosmodulaatio-ohjelmia, joilla päästään lähelle samaa säteilyannoksen säästöä kuin suojiin. Annosmodulaation käyttö ei kuitenkaan vaikuta kuvanlaatuun samalla tavalla. Vismuttisuojiin käytettäessä ne tulisi asettaa potilaille suunnittelukuvan jälkeen, muutoin automaattinen virranmodulaatio säätää virtaa korkeammaksi kuvauksen aikana ja rintojen annos kasvaa. Vismuttisuojiin on hyvä käyttää rintojen säteilyannoksien vähentämiseen esimerkiksi silloin, jos käytössä ei ole muuta annosmodulaatiotekniikkaa.

Asiasanat: Vismutti, röntgensäteily, säteilyannos, tietokonetomografia, kuvanlaatu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy

Author: Tanja Jurvansuu
Title of thesis: Effect of using bismuth breast shields: A systematic review
Supervisors: Anja Henner, Karoliina Paalimäki-Paakki
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015
Number of pages: 38 + 1 appendix page

In-plane bismuth shields are commonly used in computed tomography for protection of radiation sensitive organs like breasts. At thoracic CT, the doses are high especially for breasts. Women under 35 years are much like to have a breast cancer if effective dose is more than 10mSv. This is why there is several technics in CT to minimize the breast-dose.

The aim for this thesis is to find out if bismuth breast-shields are effective reducing dose to the breasts and to bring forward the importance of protecting radiosensitive organs. There is also an objective to find out how bismuth breast-shields effect to image quality.

The information retrieval phase of the systematic review was conducted according to premeditated strategy from seven databases. There was 1368 total articles resulted from searches. The articles were selected by year, language, title, abstract and whole text. Eight articles were chosen for this study. All information retrieval and article selection were documented to ensure the reliability of the review.

Results of this thesis indicate that bismuth breast-shields are effective at dose reduction to the breasts in thoracic CT. They do bring some noise and artifacts to the images and that can reduce image quality. The existing CT-devices are equipped by variety of automatic tube current modulation programs, which can achieve near the same dose reduction as when using bismuth shield. Dose modulation programs do not affect the image quality negatively. Bismuth breast shields should be applied after the scout image. Otherwise automatic tube current modulation will increase the tube current and dose savings will be smaller. If there is no other dose modulation method or children is involved, the use of bismuth breast-shields is recommended.

Keywords: Bismuth, x-rays, radiation dosage, computed tomography, image quality

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	4
2 VISMUTTISUOJIENTÄ KÄYTTÖ SÄTEILYANNOKSIA OPTIMOIDESSA	6
2.1 VismuttisuojaientÄ käyttö rintojen alueella	7
2.2 VismuttisuojaientÄ käyttö rintojen alueella lapsilla	7
3 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET	9
4 TUTKIMUSMETODOLOGIA	10
5 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN	12
5.1 Tiedonhakustrategia	12
5.2 Valintaprosessi	14
5.3 Aineiston analysointi	16
6 TULOKSET	18
6.1 Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit	18
6.2 VismuttisuojaientÄ käyttö rintojen suojaamisessa	21
6.3 VismuttisuojaientÄ vaikutus rintojen säteilyannoksiin ja kuvanlaatuun	21
6.3.1 Aikuisten TT-tutkimukset	21
6.3.2 Lasten TT-tutkimukset	25
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	28
8 POHDINTA	29
8.1 Tulosten tarkastelu	29
8.2 Jatkotutkimushaasteet	30
8.3 Tutkimuksen luotettavuus	31
8.4 Tutkimuksen eettisyys	32
8.5 Omat oppimiskokemukset	34
LÄHTEET	35
LIITTEET	39

1 JOHDANTO

Säteilysuojelun tarkoituksena röntgentutkimuksissa on suojella potilasta, työntekijää ja väestöä säteilystä aiheutuville haittavaikutuksille. Säteilyn käytön on täytettävä tietyt perusperiaatteet, jotta se olisi hyväksyttävää. Näitä periaatteita ovat oikeutusperiaate, optimointiperiaate ja yksilönsuojaperiaate. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että säteilyn käytön hyödyn on oltava aina suurempi kuin haitta, mikä siitä voi aiheutua. Optimoinnilla pyritään potilaaseen tulevan säteilyn määrää pitämään niin pienenä kuin se on mahdollista. (Säteilyturvakeskus 2014, 4-5.)

Tärkeintä on suojata säteilylle herkkiä elimiä tai kudoksia. Näitä ovat: sukrauhaset, punainen luuydin, paksusuoli, keuhkot, mahalaukku, virtsarakko, rintarauhanen, maksa, ruokatorvi ja kilpirauhanen. Kansainvälinen säteilysuojelutoimikunta (ICRP) on arvioinut yksittäisten elinten saamia suhteellisia haittavaikutuksia määrittelemällä erilliset painokertoimet säteilyherkille kudoksille ja elimille. Kertoimia käytetään laskettaessa efektiivistä annosta. (Paile 2002b, 157.) Efektiivinen annos kuvaa säteilyn aiheuttamaa terveydellistä kokonaishaittaa. Efektiivinen annos ottaa huomioon kudokseen tai elimeen absorboituneen annoksen, niiden painokertoimet ja eri säteilylajeille määritetyt haittakertoimet. Yksikkönä käytetään Sievertiä (Sv). (Marttila 2002, 82-83.)

Säteilyannoksien ollessa suuria kerta-annoksia ja ylittävät tietyn kynnsarvon, ne aiheuttavat deterministisiä terveyshaittoja eli suoria kudokseteaktion. Kun annos kasvaa kynnsarvon yläpuolella myös kudokseteaurion vakavuus kasvaa. Yli 100 mSv:n kerta- tai vuosiansnoksella säteilyvaikutusten todennäköisyys kasvaa ja syöpäriski on suuri. Alle 100 mSv:n vuosiansnoksilla ei ole todettu synnyvän merkittäviä muutoksia kudoksissa. Stokastisia, eli satunnaisia terveyshaittoja, voi kuitenkin tulla pienistäkin säteilyannoksista. Näitä ovat esim. syöpäkasvaimet. ICRP:n mukaan tulisi järjestää säteilysuojelutoimenpiteitä, jos on mahdollista että kynnsarvot ylittyvät. Näin ollen, efektiivisen vuosiansnoksen ollessa n. 100 mSv, olisi oikeutettua jo ryhtyä toimenpiteisiin. (Mustonen, Sjöblom, Bly, Havukainen, Ikäheimonen, Kosunen, Markkanen, & Paile 2007, 29-30.)

Tietokonetomografiatutkimuksissa potilaan säteilyannos on suoraan verrannollinen kuvanlaatuun kohinan kautta. Jotta saataisiin diagnostinen TT, täytyy kuvista erottua tarpeeksi pieniä tiheyseroja eli matalan kontrastin erotuskyky tulee olla riittävä. Lisäksi tulee erottua riittävästi yksityiskohtia, mikä tarkoittaa paikkaerotuskykyä. Parhaassa TT-kuvassa on kohinan määrä mahdollisimman pieni, mutta kontrasti ja paikkaerotuskyky suuri. Artefakteja eli kuvavirheitä ei saisi myöskään

esiintyä. Säteilyannos on verrannollinen kuvanlaatuun, joten tämä tarkoittaa molempien tekijöiden suhteen tasaista optimointia. Säteilyannosta vähennettäessä, kuvanlaatu heikentyy rakeisuudella. Pieniä tiheyseroja ei välttämättä tällöin näe. Joissain elimissä, etenkin vatsan alueella, on tärkeää nähdä pienetkin tiheyserot, tällöin on käytettävä suurempaa säteilyannosta näiden alueiden kuvauksissa. Keuhkojen alueella tiheyserot ovat suurempia, joten voidaan sallia runsaampaa kohinaa ja näin pienentää potilasannosta. (Kortesniemi & Lantto 2015, 42-46.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää systemaattisella kirjallisuuskatsauksella vismuttisuojiin vaikutusta rintojen säteilyannoksien pienentämiseen ja vismuttisuojiin vaikutusta kuvanlaatuun. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda esille rintojen säteilyltä suojaamisen tärkeyttä.

2 VISMUTTISUOJIENTÄ KÄYTTÖ SÄTEILYANNOKSIA OPTIMOIDESSA

Potilaan saama säteilyannosta voidaan pienentää erilaisilla suoilla. Lyijykumisuoilla voidaan peittää säteilykeilan lähellä olevia ulkopuolisia alueita, kuten säteilylle herkkiä elimiä tai sikiötä. Tällöin potilaan asento tulisi olla sen mukainen, että suoja varjostaa suojattavaa elintä potilaasta itsestään tulevalta siroavalta säteilyltä. Siroavaa säteilyä syntyy mm. säteilykeilassa olevilta pintaosilta. Joskus kuitenkin suoraan primäärikeilaan asetellut suojat voivat peittää kuvauskohteen tai kasvattaa annosta valotusautomaatin vuoksi. Tämän vuoksi suojien oikeanlainen käyttö on tärkeää. (Tapiovaara ym. 2004, 151.)

Vismuttisuoja käytetään TT-tutkimuksissa kuvausalueella olevien sädeherkkien pinnallisten elinten suojaamiseen, kuten esimerkiksi rintojen suojaamiseen. Vismuttisuojien tarkoituksena on poistaa kudoksiin absorboituvat matalat energiat. Suoilla voidaan saada 30–70 % annossäästö pinnallisissa elimissä. Koska suojat aiheuttavat kuviin artefakteja, laitetaan ihon ja suojan väliin väliainetta, joka on yleensä puuvillavanua tai vaahtomuovia. (Jartti, Lantto, Rinta-Kiikka & Vuorte 2012, 6.)

TT-laitteissa voidaan käyttää vismuttisuojien kanssa yhdistettynä laitteiden omia teknisiä keinoja annossäästön parantamiseksi. Näitä ovat erilaiset annosmodulaatiot. Useissa TT-laitteissa on käytössä automaattinen putkivirran modulaatiotekniikka. Tekniikka säätelee putkivirtaa potilaan koon ja muodon perusteella kuvauksen aikana. Annosmodulaation käyttö parantaa myös kuvanlaatua ja vähentää artefakteja. Aksiaalisessa annosmodulaatiossa laite määrittää suunnittelukuvan avulla säteilyn vaimenemisen, ja säätelee putkivirtaa potilaan pituussuunnassa (z-suunta). Angulaarinen annosmodulaatio säätelee putkivirtaa potilaan ympärillä (xy-taso), ja laskee modulaation potilaan läpi tulleen säteilyn määrästä. Joissakin TT-laitteissa on käytössä ohjelma, jossa käytetään näiden modulaatioiden yhdistelmää. Tällöin kuvanlaadulle valitaan haluttu taso, ja tämän mukaan automaattinen annosmodulaatio säätelee virran. Anatomisessa annosmodulaatiossa mAs:a pienennetään pinnallisten säteilyherkkien elinten kohdalla (rinnat, kilpirauhanen, silmät), mutta kuviin ei silti tule ylimääräistä kohinaa. Annos kuitenkin kasvaa vastakkaisessa suunnassa. Eri laitevalmistajilla on omat ohjelmansa eri annosmodulaatioille. (Jartti ym. 2012, 8-9.)

2.1 Vismuttisuojiin käyttö rintojen alueella

Tietokonetomografiatutkimuksissa säteilyannokset ovat suuria, joten erityisesti keuhkojen TT-tutkimuksessa naisille tulee suuri annos juuri rintojen alueelle. Kansainvälinen säteilysuojelutieteellinen yhdistys (IRCP) on vuonna 2008 muuttanut rintarauhasen painotuskertoimen luvusta 0.05 lukuun 0.12. Tämä kertoo sen, että rintarauhanen on herkempi säteilylle kuin on aikaisemmin luultu. (Tappouni, Mathers 2013, 1-3.)

Tappounin & Mathersin (2013, 1-6) tutkimuksessa havaittiin että rintojen suojaaminen vismuttisuojoilla vähensi rintojen säteilyannosta 38 %. Tutkimuksessa vertailtiin vismuttisuojiin vaikutusta kuvanlaatuun ja ilmeni ettei kuvanlaatu kärsinyt tutkittavissa kohteissa vismuttisuojiin käyttämisellä. Alle 35 vuotiailla naisilla jo 10 mSv:n annos lisää rintasyövän riskiä noin 13.6 %. Tämän vuoksi on kehitetty useita eri tekniikoita rintojen säteilyannoksen minimointiin keuhkojen TT-tutkimuksissa. Suomessa yhdestä keuhkojen TT-tutkimuksesta on laskettu keskimääräiseksi annokseksi 3,9 mSv. Yksi tutkimus vastaa siis säteilyannokseltaan noin 260 keuhkojen natiivikuvaan tai 1,2v. altistusta luonnon säteilylle. (Kortesniemi & Lantto 2015, 43.)

Takada, Kaneko & Aoki (2009, 1628-1637) tekivät tutkimuksen jossa vertailtiin suojamateriaaleja naisten rintakehän TT-tutkimuksissa. Suojamateriaalina käytettiin sinkkiä, vismuttia, kuparia ja terästä. Tuloksena saatiin, että kaikilla käytetyillä materiaaleilla annoslaskua tapahtui enemmän kuin pelkästään putkivirtaa laskemalla. Vismuttisuojoilla annoslaskua tapahtui 6.4 %, kun muilla suojoilla lasku oli 12–13 %. Paras annoslasku saavutettiin kuitenkin sinkkisuojoilla, 13.3 %.

2.2 Vismuttisuojiin käyttö rintojen alueella lapsilla

Kokonsa ja aktiivisempien solujensa puolesta lapset ovat säteilylle herkempiä kuin aikuiset. Mitä nuorempi potilas on, sitä korkeampi on heidän elinikäinen syöpäriskinsä TT-kuvauksesta saatua säteilyannoksesta verrattuna aikuiseen. Heillä on suurempi riski sairastua kilpirauhas-, iho-, aivo- ja rintasyöpään. Tämän vuoksi onkin tärkeää saada optimoitua annos mahdollisimman alhaiseksi lapsipotilailla. Nykyiset suojat on kehitelty alentamaan pinnallisten elinten annosta heikentämättä kuvanlaatua. Tyypillisen diagnostiikan energia-alueella (60-140kVp) kuvanlaatu heikenee pehmeissä kudoksissa ja luissa Comptonin sironnan myötä. Sironna aiheuttaa kohteen kontrastin heikkenemisen lisäämällä kuvaan ylimääräistä informaatiota. Lisäksi matalamman alueen

fotonit jotka absorboituvat suoraan pinnallisiin kudoksiin lisäten annosta säteilyherkille elimille, kuten rinnoille, kilpirauhaseen, silmille ja sukuelimille, eivätkä vaikuta kuvanmuodostukseen. (Akhlaghi, Miri-Hakimabad, Rafat-Motavalli 2014, 238–246.)

Norjan säteilysuojelukeskuksen tekemä tutkimus nuorten tyttöjen TT-kuvauksista osoittaa, että yksinkertaisella vismuttisuojoilla ei ole juurikaan heikentävää vaikutusta kuvanlaatuun, mutta rintojen pinta-annosta se vähentää 30 %. He käyttivät myös kaksi-kolmikerroksisista vismuttisuojoja, mutta näillä suojoilla esiintyi kuvissa kohinaa 14 % enemmän kuin yksikerroksisella vismuttisuojoilla, vaikkakin suojausteho oli 45 % ja 75 % parempi. Norjan lasten radiologiayksikkö käyttääkin rutiinisti yksikerroksista vismuttisuojoja HRCT (korkean resoluution TT) kuvauksissa alle 16 vuotiailla tytöillä. (Saether, Martinsen, Korsmo, Reiserter 2009, 521–523.)

3 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena on systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Missä tutkimuksissa vismuttisuoja käytetään rintojen suojaamiseen?
2. Millainen annossäästö vismuttisuoilla saavutetaan ja onko niillä vaikutusta kuvanlaatuun?

Tarkoituksena on myös selvittää tutkimusmodaliteetit joissa vismuttisuoja yleisimmin käytetään ja niiden vaikutus kuvanlaatuun. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on tulosten avulla pienentää rintojen säteilyannoksia.

4 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on teoreettinen tutkimus. Kirjallisuuskatsauksen aihe on etukäteen rajattu, ja myös tutkimukseen tulevat artikkelit ovat rajattuja aiheen mukaisesti. Tällöin tutkimusmetodologia on syntetisoiva tutkimus. Toisaalta tutkimusmetodologiana on myös analyyttinen tutkimus, koska artikkeleissa voi olla myös aiheeseen liittyvää yleistä teoriaa, jota käytetään alku-teoriana. Teoreettisessa tutkimuksessa käytetään hyväksi jo olemassa olevaa aineistoa. Analyyt-tisellä tutkimuksella tutkitaan yleistä teoriaa aiheesta, ja sen avulla kehitetään suppeampaan ta-paukseen sopiva teoria. Syntetisoivalla tutkimuksella koitetaan suppean alan teoriaa laajenta-maan laajaksi yleisteoriaksi. (Teirilä & Jyväskylä 2001, 12.)

Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on kehittää, rakentaa ja arvioida jo olemassa olevaa teoriapoh-jaa. Kirjallisuuskatsaus myös rakentaa kokonaiskuvan jostain asiakokonaisuudesta ja sillä pyri-tään tunnistamaan ongelmia tai sillä voidaan kuvata halutun asian teorian kehitystä. Kirjallisuus-katsauksella siis tutkitaan tutkimusta eli kootaan tutkimustuloksia ja tehdään niistä uusi tutkimus. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa huomio kiinnitetään lähteiden yhteyteen ja tekniikkaan jolla tulokset on saatu. (Salminen 2011, 9-10.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen; katsauksen suunnitte-luun, tekemiseen ja raportointiin. Suunnitteluvaiheeseen kuuluvat aiemman saman aiheen tutki-muksen tarkastelu, ja määrittämään tarve ja tutkimussuunnitelma. Katsauksen tekemisen vaihee-seen kuuluvat haut ja analysoinnit. Tutkimussuunnitelmassa esitetään tutkimuskysymykset. Jos tutkimustuloksista ei saada vastausta kysymyksiin, on myös se tuloksena tärkeä, koska tällöin tutkimus on ollut riittämätön. Kysymysten esittelyn jälkeen valitaan katsauksen teon menetelmät eli hakutermit ja tietokantojen valinnat. Myös jo olemassa olevien tutkimusten laatua arvioidaan eri mittareilla. (Johansson 2007, 5-6.)

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa aineisto hankitaan jo olemassa olevasta kirjallisuudes-ta ja tieteellisistä artikkeleista. Kirjallisuuskatsaus koostuu alkuosasta, runko-osasta ja loppuosas-ta. Runko-osa alkaa johdannolla, jota seuraa tutkimusmetodologia. Tämän jälkeen esitetään tie-donhaun strategia, hakustrategia, valintaprosessi ja aineiston analysointi. Seuraavaksi esitellään tulokset, jossa käydään läpi valitut aineistot ja aihetta koskevat tulokset. Viimeisenä tulee pohdin-

taa työn luotettavuudesta ja tuloksista, sekä niiden hyödyntämisestä jatkossa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 244–257.)

Systemaattinen haku voi tuottaa satoja tuloksia, joista osa on epäolennaisia tutkimuskysymysten kannalta. Kaikki haut käydään kuitenkin läpi. Otsikoiden ja abstraktien avulla voidaan eliminoida tutkimukset jotka eivät ole oleellisia. Hyvällä hakustrategialla tunnistetaan tutkimukset jotka ovat relevantteja. Asiantuntijan avulla tutkimuksen hausta saadaan luotettavampi. Hakustrategian dokumentoinnilla voidaan osoittaa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen pätevyys tieteellisenä julkaisuna. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49–51.)

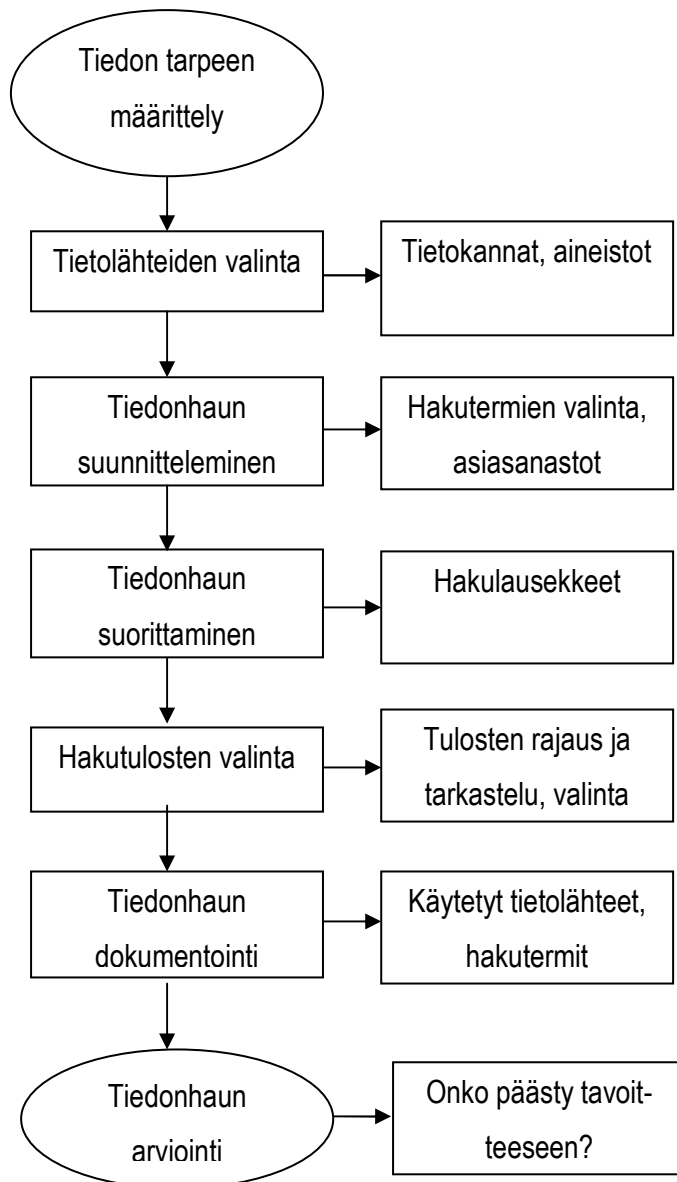
Sisällönanalyysi-tutkimusmenetelmässä tehdään luotettavia toistettavissa olevia päätelmiä tutkimusaineistosta. Siinä tuotetaan uutta tietoa tai uusia näkemyksiä sekä esitetään tosiasioita. (Anttila 1998, viitattu 3.4.2015.) Sisällönanalyysi luokitellaan kvalitatiiviseksi aineistonanalyysimenetelmäksi, jonka avulla on kuvattu kirjoitetun ja puhutun kielen muotoa ja sisältöä. (Seitamaa-Hakkarainen 2000, viitattu 3.4.2015.) Sisällönanalyysissä tarkastellaan jo valmiiksi tekstimuotoista aineistoa. Sen avulla halutaan muodostaa tutkittavasta aiheesta tiivistetty kuvaus. Kuvaus kytkee tulokset laajempaan kontekstiin ja aihetta koskeviin muihin tutkimustuloksiin. Tutkimusaineiston laadullisessa sisällönanalyysissä aineisto pilkotaan osiin, muutetaan käsitteeksi ja järjestetään uudeksi kokonaisuudeksi. Sisällönanalyysiä voidaan tehdä aineistolähtöisesti, mikä on systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston analyysin tapa. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006, viitattu 3.4.2015.)

Sisällönanalyysin tarkoituksena on vastata ennalta asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tutkijan objektiivisuus on ehdoton. Aineistot jotka eivät tue tutkijan omia päätelmiä on otettava analyysiin mukaan. Analyysillä on oltava teoreettinen relevanssi ja sen pitää tukeutua teoriaan tähdätä yleistettävyyteen. (Anttila 1998, viitattu 3.4.2015.) Aineistonanalyysi aloitetaan koko aineiston lukemisella, jotta saadaan aineistosta yleiskuva. Analyysi päättyy kun uusia näkökulmia ei enää löydetä. Kvalitatiivisessa sisällönanalyysissä on aineistolla useita käsittelyvaiheita. Ensimmäinen vaihe on aineiston tekstin muotoon saattaminen, seuraavaksi laaditaan luokittelurunko ja ositetaan aineisto. Viimeinen vaihe on raportointi. (Seitamaa-Hakkarainen 2000, viitattu 3.4.2015.)

5 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN

5.1 Tiedonhakustrategia

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku on tarkasti määritelty ja rajattu etukäteen. Tiedonhaun tulee myös olla uudelleen toistettavissa. (Tähtinen 2007, 10–11.)



KUVIO 1. Tiedonhaun prosessi Tähtistä (2007, 12-27.) mukaillen.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tiedonhakuprosessi alkoi tietokantojen valinnalla (liite 1.) Valintaan vaikuttivat tietokantojen luotettavuus, aihepiirit ja saatavuus. Tietokannoiksi valittiin ulkomaalaisista tietokannoista PubMed, ScienceDirect, Ebsco ja Ebrary. Kotimaisista tietokannoista valittiin Medic, Melinda ja Theseus. Kaikki tietokannat olivat käytettävissä Oulun ammattikorkeakoulun tai Oulun yliopiston kirjastojen kautta ilmaiseksi.

Tietokantojen valinnan jälkeen valittiin sopivat hakutermit. Tietokannat ja hakutermit laadittiin yhteistyössä Oulun ammattikorkeakoulun, Sosiaali- ja terveysalan yksikön kirjaston informaatikon kanssa. Hakutermien ja hakulausekkeiden analysoinnissa käytiin läpi testihaualla tulosten määrä ja luotettavuus sekä haun vastaavuus. Näillä perusteilla ulkomaalaisiksi hakusanoiksi valikoituivat: Bismuth, breast, shield, x-ray, radiography, protection, medical imaging. Näistä Mesh-asiasanoja (Medical Subject Heading) ovat: Bismuth, breast, x-ray, radiography. Suomalaiset hakusanat olivat: Vismutti, säteily, suojaus, rinnat, röntgensäteily. Näistä yleisen suomalaisen asiasanaston eli YSA:n asiasanoja olivat: rinta, säteily, röntgensäteily.

Hakutermeistä muodostettiin hakulausekkeita Boolean operaattoreiden (AND, OR, NOT) avulla. AND-operaattorin avulla hakutermejä yhdistettäessä kaikkien hakutermien on löydettävä hakutuloksesta. AND operaattori tarkoittaa hakutulosta. OR-operaattoria käytetään hakutuloksen laajentamiseen, esim. synonyymien ja erikielisten termien mukaan saamiseksi. NOT-operaattori poistaa hakutuloksesta ei-toivotut hakutermit. Tämän opinnäytetyön hakulausekkeissa käytettiin AND ja OR-operaattoreita. Hakulausekkeissa ei tarvittu lainkaan NOT-operaattoria. (Haasio 2015, 23–24.)

Valituista hakusanoista muodostettiin englanninkielinen ja suomenkielinen hakulauseke varsinaista hakua varten. Perusrakenne hakulausekkeissa pidettiin ulkomaisissa tietokannoissa samana, mutta katkaisumerkit vaihtelivat tietokantojen omien ohjeiden mukaisesti. Suomalaisissa tietokannoissa hakua jouduttiin laajentamaan ja hakulauseketta muuttamaan tietokantojen mukaan sopivampaan muotoon, jotta tulokseksi saatiin luotettavia hakutuloksia.

Englanninkielinen hakulauseke:

((bismuth) AND breast) AND (shield OR protection)) AND (x-ray OR radiography OR medical imaging)

Suomenkielinen hakulauseke:

((((vismutti) AND rinta) AND (säteilysuojelu)) AND (röntgensäteily OR radiografia OR lääketieteellinen kuvantaminen))

Suomalaisissa tietokannoissa käytetyt hakulausekkeet:

Medic: (säteil* AND suoj*)

Melinda: (säteil? AND suoj? AND röntg?)

Theseus: (vismut* AND säteil* AND suoj* AND rint*)

5.2 Valintaprosessi

Tietokantojen ja hakulausekkeiden valinnan jälkeen aloitettiin varsinainen kirjallisuuskatsaukseen tulevien tutkimusartikkeleiden haku. Sisäänottokriteereinä olivat aiheellisen rajauksen mukaisesti englannin- tai suomenkieliset artikkelit, jotka koskivat vismuttisuoja rintojen suojaamisessa. Aineisto rajattiin myös tiettyyn aikaryhmään. Huomioon otettiin vain artikkelit ja tutkimukset, jotka oli kirjoitettu tai tehty vuodesta 2004 eteenpäin. Vuosiluvun mukainen rajausta tehtiin tulosten luotettavuuden vuoksi. Rajauksen ansiosta tuloksia ei tule liikaa, ja saatu tieto olisi ajantasalla. Sisäänottokriteerit ja poissulkukriteerit löytyvät taulukosta 1. Haut tehtiin aikaisemmin esitellyillä hakulausekkeilla tietokanta kerrallaan syyskuussa 2014.

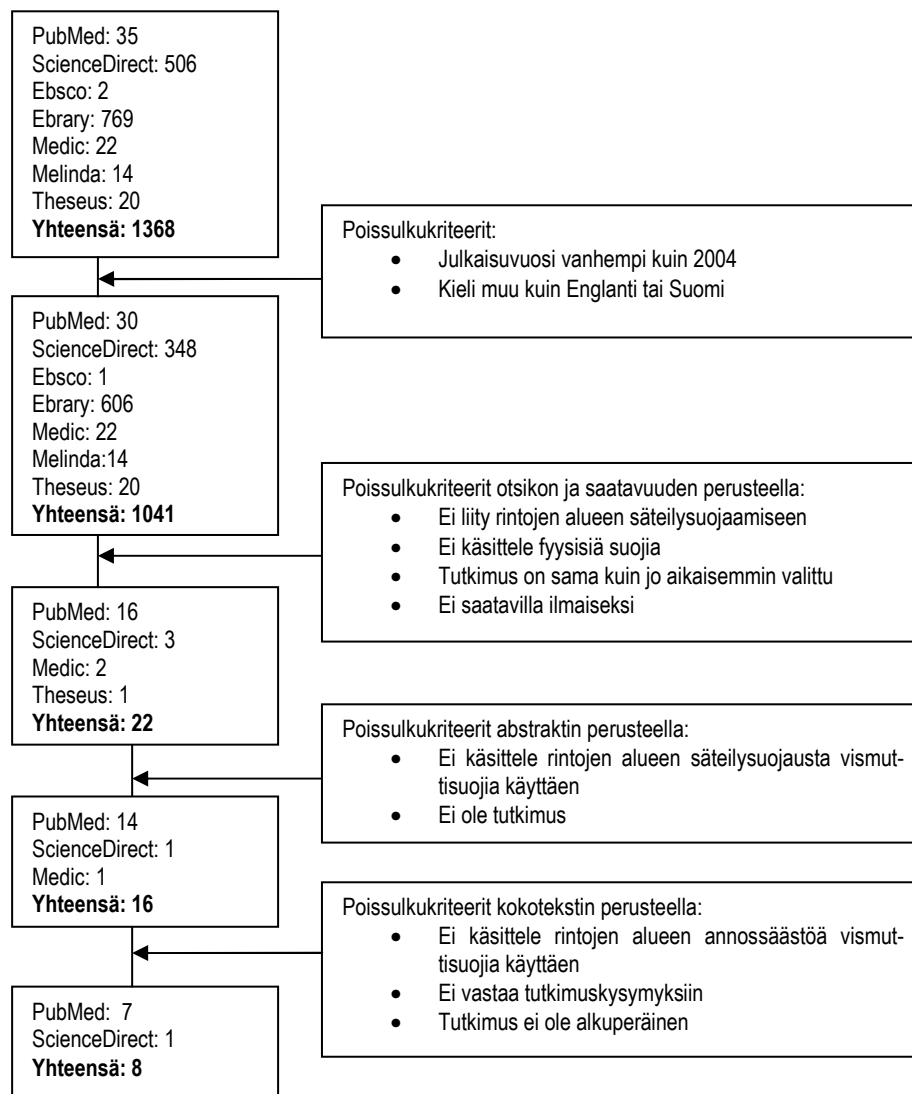
TAULUKKO 1. Sisäänottokriteerit ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Englannin- tai Suomenkielinen	Muu kuin Englanti tai Suomi kielenä
Julkaisut vuosilta 2004-2014	Vanhemmat julkaisut kuin 2004
Käsittelee vismuttisuoja	Muut suojamateriaalit kuin vismutti
Tutkii rintojen säteilysuojausta	Ei liity rintojen säteilysuojeluun
On tutkimusartikkeli	Koko artikkeli ei saatavilla ilmaiseksi
	Ei ole tutkimus

Hakulausekkeita käyttäen hakutuloksia tuli kaikista tietokannoista yhteensä 1368. Ulkomaalaisista tietokannoista PubMed antoi 35 hakutulosta, ScienceDirect 506 hakutulosta, Ebsco antoi haku-

tuloksia kaksi kappaletta ja Ebrary haki 769 tulosta, joista yksikään ei vastannut sisäänottokriteerejä. Ebraryn tulokset olivat kaikki kirjoja, joista mikään ei otsikon perusteella liittynyt tähän kirjallisuuskatsaukseen. Tästä voidaan päätellä, ettei kirjoja aiheesta ole tehty, ainakaan englanninkielellä.

Ulkomaisia artikkeleita tutkimukseen valikoitui lopulta kahdeksan kappaletta. Suomalaisista tietokannoista Medic löysi 22 tulosta, Melinda 14 tulosta, ja Theseus löysi 20 osumaa. Poissulkukriteerien mukaisesti suomalaisten tietokantojen hakutuloksista karsiutui lopulta kaikki tulokset pois. Tietokannat hakutuloksineen ja valintaprosesseineen näkyvät kuviosta 1.



KUVIO 1. Valintatulokset ja poissulkukriteerit.

Ensimmäisessä haussa asetettiin poissulkukriteerit vuosiluvun ja kielen mukaan. Tuloksia saatiin yhteensä 1041. Saadut hakutulokset rajattiin seuraavaksi otsikon ja saatavuuden perusteella. Jos otsikko liittyi tutkimuskysymyksiin ja oli saatavilla ilmaiseksi, se valittiin seuraavaan vaiheeseen. Tuloksia tuli 22. Näitä artikkeleita arvioitiin seuraavaksi niiden abstraktien perusteella. Jos abstraktit tukivat suoraan tutkimuskysymyksiä ne valittiin viimeiseen rajausvaiheeseen, jossa käytiin läpi koko teksti. 16 artikkelia luettiin kokonaan läpi ja näistä valittiin lopulliset kirjallisuuskatsaukseen tulevat artikkelit, joita oli kahdeksan kappaletta. Artikkeleiden valinnassa huomioon otettiin lisäksi hakutulosten mahdolliset samat julkaisut. Valintaperusteena oli käyttää vain alkuperäisiä ja luotettuja lähteitä. PubMed-tietokanta osoittautui olevan paras tietolähde tähän kirjallisuuskatsaukseen.

5.3 Aineiston analysointi

Tämän kirjallisuuskatsauksen artikkeleiden valinnassa on käytetty dokumentoituja sisäänotto- ja poissulkukriteerejä, jotka on mainittu edellisessä luvussa. Nämä ovat parantaneet sisällön analysoinnin luotettavuutta. Tässä kirjallisuuskatsauksessa haku tuotti ensimmäisessä haussa tuhansia tuloksia, joista suuri osa oli epärelevantteja. Hakukriteerien ja rajausten perusteella saatiin pudotettua hakutulosten määrää ja lisättiin luotettavuutta. Artikkelit valittiin tutkimuskysymysten perusteella ja rajattiin ensin otsikoiden ja abstraktien perusteella. Tässä vaiheessa on pyritty rajaamaan pois ns. ”tuplatutkimukset”, joita ovat esimerkiksi tutkijoiden kirjoittamat artikkelit, jotka on julkaistu samassa muodossa ja samansisältöisenä useissa eri lehdissä. Lopullinen rajaus tehtiin lukemalla kokotekstiaartikkelit lävitse. Asiantuntijan apua käytettiin alkuvaiheessa hakusanojen muodostamisessa. (vrt. Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49-51.)

Aineistoksi valikoitui kahdeksan artikkelia, jotka analysoitiin sisällönanalyysi-tutkimusmenetelmän avulla. Artikkeleiden sisällöstä muodostettiin tiivistetty kuvaus taulukon muotoon, johon kirjattiin artikkeleiden tekijät, artikkelin nimi, julkaisu ja julkaisuvuosi. Aineisto käsiteltiin ja järjestettiin uudeksi kokonaisuudeksi etukäteen valittujen kriteerien avulla. Tavoitteena oli vastata tutkimuskysymyksiin. (vrt. Anttila 1998, viitattu 3.4.2015; Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006, viitattu 3.4.2015.)

Kirjallisuuskatsaukseen valikoituneiden artikkelien sisällönanalyysi aloitettiin lukemalla kaikki kahdeksan artikkelia kokonaisuudessaan läpi (vrt. Seitamaa-Hakkarainen 2000, viitattu 3.4.2015.)

Artikkelit analysoitiin tutkimuskysymysten mukaisesti. Aineisto käytiin läpi useamman kerran, jotta saatiin kokonaiskuva sisällöstä ja kaikki näkökulmat huomioitua. Tämän jälkeen artikkelit lajiteltiin aikuisten ja lasten tutkimuksiin sisällön perusteella.

Aineiston lajittelun jälkeen artikkelit luettiin uudelleen läpi tarkastellen tutkimuskysymyksiä, ja etsien niihin vastauksia. Artikkelit jaoteltiin vielä alaluokkiin eri säteilyannoksen vähentämiseen käytettyjen menetelmien mukaisesti. Kuvanlaatua tarkasteltiin artikkelikohtaisesti ja tulokset raportoitiin kirjallisuuskatsaukseen. Raportoinnissa käytettiin jakoa aikuisten ja lasten tutkimuksiin.

6 TULOKSET

6.1 Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit

Kirjallisuuskatsaukseen valittiin kahdeksan alkuperäistä artikkelia, joista kaikki ovat englanninkielisiä. Taulukossa 2 on esitelty valittujen artikkelien tekijät, artikkelin nimi, julkaisu ja julkaisu-vuosi. Kaikki artikkelit olivat julkaistu luotettavissa tieteellisissä julkaisuissa ja niiden täydelliset tiedot löytyvät myös lähdeluettelosta.

TAULUKKO 2. Kirjallisuuskatsaukseen valitut alkuperäistutkimukset.

Tekijät	Artikkelin nimi	Julkaisu, vuosi
1. Kim, Y., Sung, Y., Choi, J., Kim, E. & Kim H.	Reduced radiation exposure of the female breast during low-dose chest CT using organ based tube current modulation and a bismuth shield: comparison of image quality and radiation dose	American journal of roentgenology. 2013
2. Servaes, S. & Zhu, X.	The effects of bismuth breast shields in conjunction with automatic tube current modulation in CT imaging	Pediatric radiology. 2013
3. Colletti, P., Micheli, O. & Lee, K.	To shield or not to shield: Application of bismuth breast shields	American journal of roentgenology. 2013
4. Einstein, A., Elliston, C., Groves, D., Cheng, B., Wolff, S., Pearson, G., Peters, M., Johnson, L., Bokhari, S., Johnson, G., Bhatia, K., Pozniakoff, T. & Brenner, D.	Effect of bismuth breast shielding on radiation dose and image quality in coronary CT angiography	Journal of nuclear cardiology 2012
5. Lai, N., Liao, Y., Chen, T., Tyan, Y. & Tsai, H.	Real-time estimation of dose reduction for pediatric CT using bismuth shielding	Radiation measurements 2011
6. Coursey, C., Frush, D., Yoshizumi, T., Toncheva, G., Nguyen, G. & Greenberg, S.	Pediatric chest MDCT using tube current modulation: Effect on radiation dose with breast shielding	American journal of roentgenology. 2008
7. Yilmaz, M., Albayram, S., Yasar, D., Özer, H., Adaletli, I., Sencuk, D., Akman, C. & Altug, A.	Female breast radiation exposure during thorax multidetector computed tomography and the effectiveness of bismuth breast shield to reduce breast radiation dose	Journal of computer assisted tomography 2007
8. Hohl, C., Wildberger, C., Thomas, C., Muhlenbruch, G., Schmidt, T., Honnef, D., Gunther, R. & Mahnen, H.	Radiation dose reduction to breast and thyroid during MDCT: Effectiveness of an in-plane bismuth shield	Acta radiologica. 2006

Seuraavan sivun taulukossa (taulukko 3) esitellään kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkeleiden tutkimusten tarkoitus, aineisto ja keskeiset tulokset. Aineistoltaan kahdessa kirjallisuuskatsaukseen valituissa tutkimuksissa käytettiin oikeita naispotilaita (Kim, Sung, Choi, Kim & Kim 2013; Yilmaz, Albayram, Yasar, Özer, Adaletli, Selcuk, Akman & Altug 2007). Kaikissa muissa tutkimuksissa käytettiin aikuisen tai lapsen kokoista ATOM tai Rando-fantomia. ATOM-lapsifantomia käytettiin kaikissa kolmessa lapsiin kohdistuvassa tutkimuksessa (Servaes & Zhu 2013; Lai, Liao, Chen, Tyan & Tsai 2011; Coursey, Frush, Yoshizumi, Toncheva, Nguyen & Greenberg 2008). Rando-fantomia käyttivät (Hohl, Wildberger, Thomas, Muhlenbruch, Schmidt, Honnef, Gunther & Mahnken 2006 ja Kim ym. 2013).

Kaikkien kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien tarkoitus oli tutkia vismuttisuojausten vaikutuksia rintojen säteilyannoksien pienentämiseen lapsilla tai aikuisilla. Yhdessä tutkimuksessa käsiteltiin rintojen lisäksi silmien ja kivesten säteilyannoksia (Lai ym. 2011), ja yhdessä tutkittiin kilpirauhasen säteilyannoksia (Hohl ym. 2006). Sydämen TT-angiografiatutkimusta käsiteltiin yhdessä tutkimuksessa (Einstein, Elliston, Groves, Cheng, Wolff, Pearson, Peters, Johnson, Bokhari, Johnson, Bhatia, Pozniakoff & Brenner 2013). Loput artikkeleista keskittyivät rintakehän alueen TT-tutkimuksiin.

Vismuttisuojausten ja automaattisen annosmodulaation yhteistä vaikutusta tutkittiin kuudessa artikkelissa (Kim ym. 2013; Servaes & Zhu 2013; Colletti ym. 2013; Einstein ym. 2012; Lai ym. 2011 & Coursey ym. 2008). Kaikissa kirjallisuuskatsaukseen valituissa artikkeleissa tutkittiin myös kuvanlaatuun vaikuttavia seikkoja. Tutkimusmenetelmien mukaisesti artikkelit voidaan jakaa aikuisten ja lasten tutkimuksiin. Tämä kirjallisuuskatsaus käsittelee pelkästään rintojen aluetta, joten jätän pään ja vatsan alueen tutkimustulokset huomioimatta.

TAULUKKO 3. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkeleiden keskeinen sisältö.

Tutkimus	Tarkoitus/tekniikka	Aineisto	Keskeiset tulokset
1. Kim ym. 2013	Vismuttisuojen ja annosmodulaation vaikutus rintojen säteilyannokseen ja kuvanlaatuun rintakehän TT:ssa <i>Siemens X-CARE (anatominen)</i>	Ihmistutkimus (80kpl), Rando-fantom,	Annossäästö 16–37.5 %. Kohina kasvoi vismuttisuojen käytöllä, kuvanlaatu hyväksyttävällä tasolla.
2. Servaes & Zhu 2013	Vismuttisuojen ja annosmodulaation vaikutus rintojen säteilyannokseen ja kuvanlaatuun rintakehän TT-tutkimuksessa <i>Siemens CARE-DOSE 4D (kombinoitu)</i>	ATOM-lapsifantom (5v), TT-kynä	Annossäästö 15–20 %. Kohina kasvoi vismuttisuojen käytöllä. Kuvanlaatu silti diagnostinen.
3. Colletti ym. 2013	Vismuttisuojen ja annosmodulaation vaikutus rintojen säteilyannokseen ja kuvanlaatuun, puolesta ja vastaan. <i>Philips PET/TT (aksiaalinen)</i>	Vesi-fantom, unfors-dosimetrit	Annossäästö 30–37 %. Kohina kasvoi vismuttisuojen käytöllä. Kuvanlaatu heikentyi.
4. Einstein ym. 2012	Vismuttisuojen ja kuvaustekniikan vaikutus rintojen säteilyannoksiin ja kuvanlaatuun sydämen TT-angiografiassa. <i>GE (helikaali vs. aksiaali)</i>	ATOM-fantom, MOSFET-dosimetrit	Annossäästö 46–57 %. Kohina kasvoi, kontrasti-kohina laski vismuttisuojen käytöllä kuvanlaatua heikentävästi.
5. Lai ym. 2011	Vismuttisuojen ja annosmodulaation vaikutus silmien, rintojen ja kivesten säteilyannoksiin ja kuvanlaatuun lasten TT-tutkimuksissa. <i>Siemens CARE DOSE 4D (kombinoitu)</i>	ATOM-lapsifantom (10v), solid-state dosimetrit	Annossäästö 23–60 %. Ei artefakteja kuvissa. Kuvanlaatu diagnostinen.
6. Coursey ym. 2008	Vismuttisuojen ja annosmodulaation vaikutus rintojen säteilyannoksiin ja kuvanlaatuun lasten rintakehän TT-tutkimuksessa. <i>GE ATCM (aksiaalinen)</i>	ATOM-lapsifantom (5v), MOSFET-dosimetrit	Annossäästö 26–52 %. Kohina kasvoi, mutta pysyi hyväksyttävällä tasolla.
7. Yilmaz ym. 2007	Vismuttisuojen vaikutus rintojen säteilyannoksiin ja kuvanlaatuun rintakehän TT-tutkimuksessa <i>Siemens 16-MDCT</i>	Ihmistutkimus (50kpl), RSD-fantom, TLD-dosimetrit	Annossäästö 40.5 %. Ei kohinaa tai artefakteja.
8. Hohl ym. 2006	Vismuttisuojen vaikutus rintojen ja kilpirauhasen säteilyannoksiin ja kuvanlaatuun TT-tutkimuksessa <i>Siemens 16-MDCT</i>	Rando-fantom, TLD-dosimetri	Annossäästö 32–53 %. Kohina kasvoi. Kuvanlaatu diagnostinen.

6.2 Vismuttisuojiin käyttö rintojen suojaamisessa

Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit olivat kaikki tietokonetomografiatutkimuksia. Yksikään ei käsitellyt esimerkiksi natiivitutkimuksia tai läpivalaisua. Vismuttisuoja käytetään siis tämän kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella rintojen suojaamiseen pääasiassa rintakehän tietokonetomografiatutkimuksissa. Yhdessä tutkimuksessa vismuttisuoja käytettiin sydämen TT-angiografiassa (Einstein ym. 2013, 100–108), jonka tulosten perusteella vismuttisuoja ei suositella tämän tyyppiin korkean paikanerotuskyvyn vaativiin TT-kuvauksiin. Suoja käytetään sekä lasten että aikuisten tutkimuksissa vähentämään rintojen säteilyannosta.

6.3 Vismuttisuojiin vaikutus rintojen säteilyannoksiin ja kuvanlaatuun

6.3.1 Aikuisten TT-tutkimukset

Tähän kirjallisuuskatsaukseen valituissa aikuisten TT-tutkimuksesta kolmessa käytettiin laitekohdasta automaattista virranmodulaatiotekniikkaa vismuttisuojiin kanssa (Kim ym, 2013; Colletti ym. 2013; Einstein ym. 2011). Einstein ym. (2011, 100) vertailivat sydämen TT-angiografialla suoritettua tutkimusta kahden kuvaustekniikan välistä eroa vismuttisuojiin yhteydessä. Kaksi tutkimusta suoritettiin ihmistutkimuksina, joissa aineistona käytettiin oikeita naispotilaita (Kim ym. 2013; Yilmaz ym 2007). Lisänä näissä ihmistutkimuksissa käytettiin fantomia, jolla saatiin keskimääräinen rinnan säteilyannos laskettua. Kaikissa tutkimuksissa käsiteltiin annossäästöjen lisäksi vismuttisuojiin kuvanlaatuun vaikuttavia asioita.

Kim ym. (2013, 540–543) tekivät ihmistutkimuksen, jossa käytettiin vismuttisuoja ja anatomista/eliimiin perustuvaa annosmodulaatiota. Suojat asetettiin potilaiden rintojen päälle suunnittelukuvan jälkeen. Käytettäessä suoja ja annosmodulaatiota yhdessä, rintojen pinnallinen säteilyannos pienentyi 32 %. Pelkästään annosmodulaatiota käyttämällä säteilyannos pieneni 20 %. Vismuttisuoja käytettäessä ilman annosmodulaatiota säteilyannos pieneni 16 %. Syvemmillä rinnassa annos pieneni 37.5 % suojiin ja annosmodulaation yhdistelmällä, 18.8 % käytettäessä vain annosmodulaatiolla ja 28.1 % vain suojiin käytöllä. Kuvanlaatua arvioitiin kolmen radiologin kautta. Artefaktoja esiintyi enemmän suojiin kanssa kuin ilman, mutta kuvanlaatu pysyi silti diagnostisella tasolla. Myös kohinaa esiintyi keuhkojen etualalla enemmän vismuttisuoja käyttämällä 19–40 %. Keuhkojen takaosissa kohinaa ei kuitenkaan esiintynyt merkittävästi. Tutkijoiden mu-

kaan naisten rintojen säteilyannosta voidaan tehokkaasti vähentää käyttämällä vismuttirintasuojia tai annosmodulaatiota. Vaikka vismuttisuoijat toivat artefaktoja ja lisäsivät kohinaa, kuvanlaatu pysyi hyväksyttävällä tasolla. Vismuttisuoijat tulee asetella suunnittelukuvan jälkeen ja niiden asettelemisessa tulee olla huolellinen. Väliin tulee laittaa väliainetta. Tämä vähentää osaltaan artefaktoja ja kohinaa. Eliimin perustuvan annosmodulaation käyttö tosin vähensi myös rintojen säteilyannosta ilman kuvanlaadun heikkenemistä.

Colletti ym. (2013, 505) käyttivät tutkimuksessaan vismuttisuoja ja aksiaalista annosmodulaatiota. Ilman annosmodulaatiota vismuttisuoilla saatiin 30 % annossäästö rinnoille. Annosmodulaatio vismuttisuojen kanssa toi 37 % annossäästön, kun suojat asetettiin suunnittelukuvan jälkeen. Pelkkä annosmodulaatio vähensi rintojen säteilyannosta 28 %. Kun vismuttisuojat asetettiin paikalleen ennen suunnittelukuvaa, kone sääti putkivirtaa isommaksi kohinatasoa tasatessaan. Tällöin CTDI (CT- Dose Index) nousi 20 % ja rintojen annos nousi 29 %. Kohina kasvoi 37 %, kun käytettiin vismuttisuoja ilman annosmodulaatiota ja 33 % annosmodulaation kanssa. Tutkijat suosittelevat vismuttisuojen laittamista suunnittelukuvan jälkeen, jotta annosmodulaatio toimisi oikein. Vismuttisuojen ja annosmodulaation yhdistelmällä kuvista tulee kohinaisia. Kohinaa ja artefakteja voidaan vähentää tarkalla suojan asettelemisella. Vismuttisuojen kaltainen annossäästö voidaan saavuttaa putkivirtaa pienentämällä, eri annosmodulaatioilla ja iteratiivisella kuvanlaskennalla. Jos saatavilla ei ole muita annosmodulaatiokeinoja, ovat vismuttisuoijat tehokas apu rintojen säteilyannoksen pienentämiseen.

Einsteinin ym. (2011, 101–105) tutkimuksessa vertailtiin vismuttisuojen tuomaa annossäästöä helikaalista ja aksiaalista kuvaustekniikkaa käyttäen sydämen TT-angiografiassa. Helikaalikuvauksena vismuttisuojen tuoma annossäästö rinnoille oli 46.1–50.9 %, rinnan koosta riippuen. Aksiaalikuvausena vismuttisuojen annossäästönä saatiin rinnoille 51.7–57.3 % rinnan koon mukaisesti. Kohina kasvoi kaikissa sydämen valtimoissa vismuttisuojen myötä n. 6.8 %. Kohinan määrään ei kuitenkaan vaikuttanut merkittävästi kuvaustekniikka eikä rinnan koko. Visuaalisella tarkastelulla vismuttisuoijat eivät tuoneet artefaktoja kuviin. Kontrasti-kohina-suhde (CNR) laski vismuttisuojen käytöllä 9.6–29.2 % rinnan koosta ja kuvaustekniikasta riippuen. Tutkijat toteavat, että vaikka säteilyannoksen lasku onkin tärkeää, ei sitä pitäisi saavuttaa huonommalla kuvanlaadulla joka vaikeuttaa diagnoosin tekoa. Sydämen TT-angiografiassa oikean diagnoosin tekeminen vaatii pienten yksityiskohtien tarkkaa arvioimista. Kontrastin lasku ja kohina vaikeuttaa yksityiskohtien näkymistä. Sydämen TT-angiografiassa tulisi ottaa huomioon vismuttisuojen tilalle

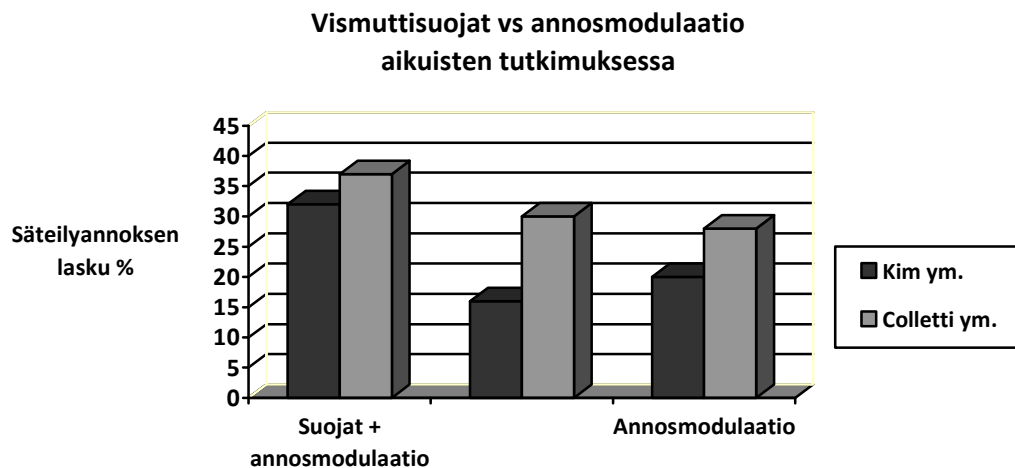
muutakin keinoja säteilyannoksen laskemiseen, kuten iteratiivinen rekonstruktio ja putkivirran laskeminen.

Yilmazin ym. (2007, 138–140) suorittamassa ihmistutkimuksessa potilailta suojattiin oikea rinta vismutti-rintasuojaalla ja vasen rinta jätettiin suojaamatta. Tulosten mukaan vismuttisuojien käyttö vähensi rintojen säteilyannosta 40.53 %. Kun käytettiin samoilla parametreilla fantomia, rintojen säteilyannos pieneni 17.33 %. Tutkimuksien kuvanlaadun arvioi radiologi ja kaikki kuvat olivat diagnostisia eikä eroja suojaamattomissa ja suojatuissa keuhkojen kuvissa ollut kuvanlaadun suhteen. Vismuttisuojista johtuvia artefaktoja ei myöskään esiintynyt keuhkojen alueella millään potilaalla. Tutkimuksessa todetaan, että säteilyherkkien elinten, kuten rintojen suojaukseen tulisi käyttää suoja koska ne laskevat säteilyannoksia huomattavasti.

Hohlin ym. (2006, 565) tutkimuksessa vismuttisuojan käyttö laski rintojen säteilyannosta 33.7 %, kun suojan ja potilaan välissä ei ollut väliainetta (1cm puuvillamateriaali). Kun vismuttisuojan ja potilaan väliin asetettiin väliaine, keskimääräinen annoslasku rinnoille oli 31.9 %. Keskimääräinen rintojen ihon pinta-annos laski 41.1 % kun suojan kanssa ei käytetty väliainetta ja 52.9 % vismuttisuojan ja väliaineen kanssa. Vismuttisuojien käyttäminen ilman väliainetta lisäsi kohinaa pinnallisessa rintakudoksessa n. 89 % ja keskikudoksessa 20 %. Kun vismuttisuojan ja potilaan väliin asetettiin väliaine, kohina laski keskimäärin 55 %:iin. Tutkimuksessa suositellaan tulosten perusteella käyttämään vismuttisuojia rintojen säteilyannoksen pienentämiseksi. Lisäksi tulokset osoittavat hyödyn käyttää suojan ja potilaan välissä väliainetta.

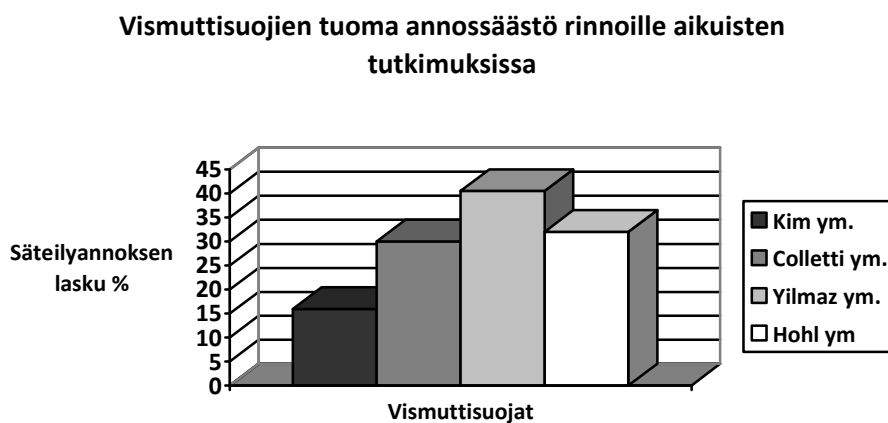
Vismuttisuojien annossäästöt TT-tutkimuksissa

Kuviossa 2 on vertailtu vismuttisuojien ja annosmodulaation eroja rintojen annossäästöissä. Kaaviosta nähdään, että suurin annossäästö saatiin käyttämällä vismuttisuojien ja annosmodulaation yhdistelmää. Myös pelkästään annosmodulaation käyttö vähentää rintojen annosta. Tutkimuksien tulosten perusteella annosmodulaatiolla on mahdollista saada lähes yhtä suuret (tai isommat) annossäästöt kuin vismuttisuojilla yksinään (Kim ym. 2013, 540; Colletti ym. 2013, 505.) Kimin ym. (2013, 540) tutkimuksessa elimiin perustuvalla annosmodulaatiolla säteilyannos vähentyi jopa enemmän kuin vismuttisuojilla.



KUVIO 2. Vismuttisuojaajien ja annosmodulaation vaikutukset rintojen annossäästöihin aikuisilla.

Kuvio 3 esittää pelkästään vismuttisuojaajien käytöllä saavutetut annossäästöt rinnoille. Vismuttisuojaajat toivat keskimäärin 16–41 % annossäästön rinnoille. (Kim ym. 2013, 540; Colletti ym. 2013, 505; Yilmaz ym. 2007, 140; Hohl ym. 2006, 565.). Kaaviosta puuttuu Einsteinin ym. (2012, 105) tutkimus, jossa ei tutkittu pelkästään suojuilla saavutettuja vaikutuksia. Heidän tutkimuksestaan selvisi, että aksiaalikuvaustekniikka tuo suuremman annossäästön vismuttisuojaajien kanssa kuin helikaalikuvaus.



KUVIO 3. Pelkästään vismuttisuojaajia käyttämällä saatu annossäästö rinnoille.

Vismuttisuojausten vaikutus kohinaan

Kohinaa esiintyi vismuttisuojausten käytön aikana enemmän kuin ilman suojia. Tämä todettiin melkein jokaisessa tutkimuksessa. Kohinaan ei näyttänyt kuitenkaan vaikuttavan se, käytetäänkö annosmodulaatiota vai ei, mikä osaltaan vahvistaa kohinan olevan peräisin vismuttisuojaista. (Kim ym. 2013, 540; Colletti ym. 2013, 505; Einstein ym. 2012, 105; Hohl ym. 2006, 565.) Jos suojan ja potilaan väliin laitetaan väliainetta, kuten puuvillavanua tai vaahtomuovi, laskee kohina huomattavasti, kuten Hohlin ym. (2006, 565) tutkimuksen tulosten perusteella voidaan huomata. Lisäksi suojausten tasaisella asettamisella voidaan vähentää osaltaan kohinaa ja artefakteja, joita vismuttisuojausten voivat myös kuviin tuoda (Kim ym. 2013, 540–543; Colletti ym. 2013, 505). Vaikka kuvissa saattoi ilmetä kohinaa tai artefakteja, se ei kaikissa tutkimuksissa vaikuttanut heikentävästi kuvanlaatuun. Suojausten ajatellaan olevan tehokas ja halpa keino säteilyherkkien elinten säteilyannoksien vähentämisessä rintakehän alueen TT-tutkimuksissa, varsinkin jos muuta annosmodulaatiomenetelmää ei ole käytössä. (Kim, ym. 2013, 543; Colletti ym. 2013, 505; Yilmaz ym. 2007, 141; Hohl ym. 2006, 566–567.)

Vismuttisuojausten tilalle voidaan kuitenkin ottaa käyttöön erilaisia annosmodulaatioita tai muita vaihtoehtoisia käyttötapoja rintojen säteilyannoksien pienentämiseksi. Esimerkiksi annosmodulaation käyttö vähentää jo itsessään säteilyannosta, mutta ei vaikuta kuvanlaatuun ja yksityiskohtien havaitsemiseen. (Kim ym. 2013, 543; Einstein ym. 2012, 106.) Tämä on tärkeää mm. sydämen TT-angiografiassa, joissa yksityiskohtien näkeminen edellyttää hyvää kontrastia ja paikkaerotuskykyä. Vismuttisuojausten käyttö laskee signaalitasoa ja kontrastia sydämen valtimoissa, joten yksityiskohtien näkyminen hankaloituu. Tällaisissa tutkimuksissa tulisikin harkita esimerkiksi iteratiivista kuvanlaskentaa tai putkivirran laskemista vismuttisuojausten tilalle. (Einstein ym. 2012, 105.)

6.3.2 Lasten TT-tutkimukset

Lasten tutkimuksissa jokaisessa vertailtiin vismuttisuojausten ja annosmodulaation yhdistelmiä ATOM-fantomille (Servaes & Zhu 2013; Lai ym. 2011; Coursey ym. 2008). Kaikki tutkimukset myös suoritettiin rintakehän TT-tutkimuksena. Kahdessa tutkimuksessa käytettiin Siemensin CARE-DOSE 4D:n kombinoitua virranmodulaatio-ohjelmaa (Servaes & Zhu 2013; Lai ym. 2011). Ohjelma käyttää sekä aksiaalista että angulaarista annosmodulaatiota. GE:n automaattista virranmodulaatiota käyttivät (Coursey ym. 2008). Jokainen tutkimus käsitteli myös vismuttisuojausten vaikutusta kuvanlaatuun.

Servaesin & Zhun (2013, 1288–1293) tutkimuksessa vismuttisuojiin ja annosmodulaation yhteisellä käytöllä saatiin rintojen annossäästöksi n. 15 %. Referenssi mAs:a pienennettäessä arvoon, joka on 85 % alkuperäisestä, saatiin annossäästöksi ilman vismuttisuoja myös sama 15 %. Käyttäen sekä vismuttisuoja, ja alentamalla mAs:a, tuloksena oli 20 %:n annossäästö rinnoille. Visuaalisessa tarkastelussa kuvanlaaduissa ei ollut merkittäviä eroja, eikä tilastollista merkittävyyttä ollut signaali-kohina-suhteessakaan (SNR) Tutkijat huomasivat että SNR kasvoi annosmodulaation ja suojiin yhteisellä käytöllä ja kontrasti-kohina-suhde (CNR) laski. Koska vismuttisuojiin kaltaisen annossäästön ilman kohinan nousua sai pienentämällä referenssi mAs:a, on tämä vaihtoehtoinen tapa otettava huomioon lasten rintojen säteilyannoksien pienentämisessä.

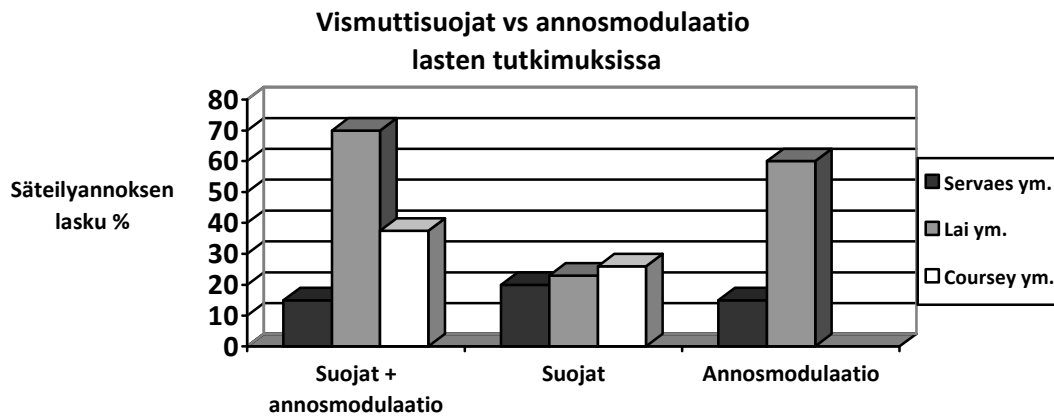
Lain ym. (2011, 2043) tutkimuksessa pelkästään vismuttisuojiin käytöllä tuli 23 % annossäästö rinnoille ja vismuttisuojiin ja annosmodulaation yhdistelmällä saatiin n. 70 %. Pelkästään käyttämällä annosmodulaatiota, annoslasku rinnoille oli 60 %. Vismuttisuoja tulisi laittaa vasta suunnittelukuvan jälkeen. Kuvanlaatua tarkasteltaessa huomattiin, että vismuttisuoja eivät tuoneet diagnosoia heikentäviä artefakteja kuviin. Tutkijat suosittelevatkin vismuttisuojiin käyttöä TT-tutkimuksissa suojaamaan säteilylle herkkiä elimiä.

Courseyn ym. (2008, 57–60) tutkimuksessa pelkästään vismuttisuoja vähensivät rintojen annosta 26 %. Vismuttisuoja ja annosmodulaation yhdistelmällä rintojen säteilyannos väheni keskimääräisesti 52 %. Vismuttisuoja asettaminen ennen suunnittelukuvaa lisäsi rintojen säteilyannosta. Kun vismuttisuoja asetettiin rintojen päälle suunnittelukuvaa ennen, kasvoi säteilyannos 48 % verrattuna suoja asettamiseen suunnittelukuvan jälkeen. Rintojen säteilyannoksen lasku on suurimmillaan vismuttisuoja asettamisella suunnittelukuvan jälkeen. Vismuttisuoja nostivat kohinaa mediastinumissa 15 % ja sydämessä 28 %. Kohinan määrä pysyi kuitenkin tavoitteen mukaisissa rajoissa kuvanlaadun suhteen.

Vismuttisuojiin annossäästöt TT-tutkimuksissa

Kuviossa 4 esitetään kaavion muodossa vismuttisuojiin ja annosmodulaation tuomat annossäästöt rinnoille. Kaaviosta nähdään, kuinka Servaesin & Zhun (2013, 1290) tutkimuksessa pelkästään suojiin käytöllä saatiin suurin säteilyannoksen lasku rinnoille. Suojiin ja annosmodulaation yhdistelmällä saatiin sama annossäästö kuin pelkästään annosmodulaatiolla. Kahdessa muussa tutkimuksessa suurin annossäästö rinnoille saatiin vismuttisuojiin ja annosmodulaation yhdistelmällä. (Lai ym. 2011, 2042; Coursey ym. 2007, 57). Myös pelkästään annosmodulaatiolla sätei-

lyännoksen lasku rinnoille on lähellä suojailla ja annosmodulaatiolla saavutettua säästöä (Lai ym. 2011, 2042; Servaes & Zhu 2013, 1290). Nämä molemmat tulokset ovat yhdenmukaisia aikuisten tutkimusten kanssa.



KUVIO 4. Vismuttisuojiin ja annosmodulaation vaikutukset rintojen annossäästöihin lapsilla.

Vismuttisuojiin vaikutus kuvanlaatuun

Servaesin & Zhun (2013, 1292) mukaan vismuttisuojat ovat tehokas keino säteilyannoksen pienentämiseen, mutta aiheuttavat kuviin kohinaa ja alentavat kontrastia sen verran, että vaihtoehtoisia keinoja tulisi harkita. Varsinkin jos käytössä on automaattinen virranmodulaatio. Yksi keino olisi pienentää referenssi mAs:a. Tällöin saavutetaan sama annossäästö ilman kuvanlaatuun vaikuttavia tekijöitä. Vismuttisuojiin vaihtoehtoinen käyttötapa voisi olla tilanteessa, jossa kuvausalue ylittää rintakehän ulkopuolelle. Tällöin referenssi mAs:n pienentäminen ei ole välttämättä mahdollista koko kuvausalueelle eri elinten kudospaksuuksien vuoksi. Courseyn ym. (2008, 60) ja Lain ym. (2011, 2043) mielestä kuvien kohina tai artefaktat eivät haitanneet kuvanlaatua diagnoosin teon kannalta ja he suosittelevat vismuttisuojiin käyttämistä rintojen säteilyannosten pienentämiseen. Suoja tulee kuitenkin asettaa suunnittelukuvan jälkeen annosmodulaation vuoksi.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää vismuttisuojiin käytötavat sekä niiden tuomat annossäästöt ja kuvanlaatuun vaikuttavat asiat. Kirjallisuuskatsauksesta saatujen tulosten perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset.

1. Vismuttisuoja käytetään yleisimmin rintakehän alueen TT-tutkimuksissa. Suojia käytetään aikuisilla ja lapsilla. Sydämen TT-angiografiassa ei suositella vismuttisuojiin käyttöä.
2. Vismuttisuojat vähentävät tehokkaasti rintojen säteilyannosta yksinään käytettynä tai annosmodulaation yhteydessä ja suunnittelukuvan jälkeen asetettuna.
3. Vismuttisuojat tuovat kuviin artefaktoja ja lisäävät kohinaa sekä vähentävät kuvien kontrastia. Nämä kaikki voivat vaikuttaa kuvanlaatuun heikentävästi tutkimusalueesta riippuen.
4. Vismuttisuojiin tilalta voidaan nykyisillä TT-laitteilla käyttää melkein saman annossäästön saavuttamiseksi erilaisia annosmodulaatiotekniikoita ilman kuvanlaadullisia ongelmia.

8 POHDINTA

8.1 Tulosten tarkastelu

Kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella voidaan sanoa, että vismuttisuoijat ovat tehokas keino vähentää rintojen säteilyannosta. Tätä tukevat Takadan ym. (2009, 1628–1637) tutkimustulokset, joissa kaikilla käytetyillä suojamateriaaleilla annoslaskua tapahtui enemmän kuin pelkästään putkivirtaa laskemalla. Tappounin & Mathersin (2013, 1-6) tutkimuksessa havaittiin myös, että rintojen suojaaminen vismuttisuoijalla vähentää rintojen säteilyannosta 38 %.

Vismuttisuoijat eivät sovellu kaikkiin tutkimuksiin niiden aiheuttaman kohinan vuoksi. Kontrastin lasku ja kohinan lisääntyminen vaikeuttavat yksityiskohtien näkymistä. Vismuttisuojiin on myös todettu joissain tapauksissa aiheuttavan artefakteja, kuten Jartti ym. (2012, 6-9) ovat todenneet. Einstein ym. (2012, 105) huomasivat myös tämän sydämen TT-angiografiassa.

Vismuttisuoijat toivat kuviin kohinaa jokaisessa katsauksen artikkelissa, joskaan se ei vaikuttanut kuvanlaatuun heikentävästi kaikissa tapauksissa. (Kim, ym. 2013, 543; Colletti ym. 2013, 505; Yilmaz ym. 2007, 141; Hohl ym. 2006, 566–567). Myös Tappouni & Mathers (2013, 1-6) olivat samaa mieltä. Heidän tutkimuksessaan ilmeni, ettei kuvanlaatu kärsinyt suoja käyttämällä tutkitavissa kohteissa. Kirjallisuuskatsaukseen valituista tutkimuksista yli puolessa oltiin sitä mieltä, että kuvanlaatu on vismuttisuojiin kanssa hyväksyttävällä tasolla. Tämän vuoksi voidaankin todeta niiden käytön olevan mitä ilmeisimmin sopivaa ja suotavaa tietyissä tilanteissa. Esimerkiksi jos käytössä ei ole muuta soveltuvaa keinoa säteilyannoksen laskuun, kuten annosmodulaatiota.

Suojiin tuoman kohinan vaikutuksessa kuvanlaatuun on havaittavissa ristiriitaa tutkimusten tulosten perusteella. Se voitaneen osaksi selittää tutkimustyyppillä. Joissakin tutkimuksissa, kuten TT-angiografiassa, täytyy kuvasta pystyä erottamaan tarkkoja yksityiskohtia, jolloin kohina ei ole hyväksyttävää. Tällöin kannattaa miettiä muita keinoja rintojen säteilyannosten pienentämiseksi.

Jartti ym. (2012, 8-9) kertovat nykyisten TT-laitteiden sisältämisestä erilaisista annosmodulaatio-ohjelmista ja niiden kyvystä vähentää pinnallisten säteilylle herkkien elinten säteilyannoksia. Tämän kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella voidaan olla samaa mieltä, koska pelkästään annosmodulaatiota käyttämällä rintojen säteilyannokset jäävät pienemmiksi, mutta tekniikoiden käyttö ei vaikuta negatiivisesti kuvanlaatuun. Käyttämällä uusimpia annosmodulointitekniikoita

voidaan saada samanlainen annossäästö aikaiseksi ilman vismuttisuojiakin. Kaikkialla ei vielä kuitenkaan ole uusimpia TT-laitteita ja niiden tekniikoita, joten siihen asti vismuttisuoijat tuntuvat olevan hyvä vaihtoehto säteilyannoksien pienentämiseen rinnoille.

Lasten rintakehän alueen TT-tutkimuksissa suojista voisi olla enemmän hyötyä kuin haittaa. Tätä tukevat tämän kirjallisuuskatsauksen tulokset, joista 2/3 oli vismuttisuojien käytön kannalla lasten TT-tutkimuksissa. Courseyn ym. (2008, 60) ja Lain ym. (2011, 2043) mielestä kuvien kohina tai artefaktat eivät haitanneet kuvanlaatua diagnoosin teon kannalta.

Näiden tulosten perusteella myös vismuttisuojiin ja annosmodulaation yhteisellä käytöllä saavutetaan keskimääräisesti paras tulos säteilyannoksien vähentämisessä rinnoille. Lisäksi lapset ovat säteilylle herkempiä kuin aikuiset, joten heidän osaltaan on erityisen tärkeää ottaa huomioon kaikki säteilyannosta pienentävät seikat. (vrt. Akhlaghi, Miri-Hakimabad, Rafat-Motavalli 2014, 238–246.)

On tärkeää ottaa huomioon myös vismuttisuojiin asetteluun liittyviä asioita. Tärkeää on esimerkiksi huomioida milloin suojat potilaille asetetaan. Jos suojat asetetaan ennen suunnittelukuvaa, automaattinen virranmodulaatio saattaa nostaa putkivirtaa korkeammaksi yrittäessään parantaa kohinatasoa, kun se huomaa potilaassa suojiin tuoman lisäpaksuuden. Tällöin myös annossäästöt jäävät pienemmiksi. Vismuttisuoijat tulisi asetella tasaisesti ilman ryppyjä tai taitoksia. Lisäksi vismuttisuojan ja potilaan väliin tulee asetella vaahtomuovi/puuvillaväliin lisäämään suojan etäisyyttä potilaaseen. Tämä vähentää myös osaltaan hajasäteilyä ja artefakteja. Tätä mieltä olivat myös Jartti ym. (2012, 6). Ottamalla huomioon vismuttisuojiin asetteluun liittyvät asiat ja huomioimalla kuvien riittävä diagnostinen laatu voidaan saada suurehkojakin annossäästöjä rinnoille.

8.2 Jatkotutkimushaasteet

Tämän kirjallisuuskatsauksen kaikki tutkimukset olivat ulkomailta. Suomen terveydenhoitoalalta tehtyä kirjallisuuskatsausta rintojen säteilyannosten pienentämisestä vismuttisuojiin ei ole tähän mennessä vielä tehty. Jatkotutkimushaasteena esitänkin kirjallisuuskatsausta tai haastattelututkimusta vismuttisuojiin käytöstä Suomessa. Lisäksi esittäisin, että seuraavassa tätä aihepiiriä käsittelevässä tutkimuksessa käytettäisiin tiukempaa aikarajausta, esimerkiksi 2010 vuoden jäl-

keen tehdyt tutkimukset. Näin saataisiin enemmän ajankohtaisia tutkimuksia nykyisillä TT-laitteilla.

Aiheena vismuttisuojiin käyttö rintojen suojaamisessa on ajankohtainen, koska voi olla että vismuttisuojat oltaisiin korvaamassa bariumsuojilla. Tästä aiheesta ei vielä löydy monia artikkeleita, joten tulevaisuudessa tästäkin aiheesta voisi vielä tehdä kirjallisuuskatsauksen tai kokeellisen tutkimuksen. Olisi myös mielenkiintoista vertailla pelkästään annosmodulointitekniikoita rintojen säteilyannosten pienentämiseksi.

8.3 Tutkimuksen luotettavuus

Arvioimalla kirjallisuuskatsauksen eri vaiheita voidaan todeta katsauksen luotettavuus. Haun onnistumista voidaan arvioida aihetta koskevan tiedon edustavuuteen. Positiivisilla tuloksilla on yleensä tapana tulla paremmin julkaistuksi. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 53-54.) Mäkisen (2005, 83-85) mukaan tiedonhaussa voi tulla epäonnistumisia ja onnistumisia. Hakutulos voi olla liian suuri ja sisältää paljon aiheeseen kuulumattomia viitteitä. Hakutulos voi jäädä liian pieneksi tai jäädä kokonaan ilman viitteitä. Jos hakutulos on liian suuri, voidaan hakutermejä tarkastella uudestaan. Tässä kirjallisuuskatsauksessa ensimmäiset kokonaishakutulokset olivat verrattain suuria, joten hakutermejä jouduttiin tarkastelemaan uudestaan, ja hakulausekkeita muodostettiin sen mukaisesti. Suomalaisissa tietokannoissa ongelmaksi muodostuivat liian pienet ja puutteelliset tulokset. Tällöin hakutermejä jouduttiin muuttamaan suomenkieleen sopivaksi. Siltikään ei tuloksia tästä aiheesta löytynyt. Laajempi tutkimus paljasti, ettei vismuttisuojiin käytöstä erityisesti rintojen suojaamisessa ole tehty aikaisemmin suomenkielisiä tutkimuksia. Hakutuloksissa esiintyi jonkin verran samoja julkaisuja eri kielillä tai eri julkaisijoiden nimillä. Tämä otettiin huomioon jo alkuvaiheessa, ja samat julkaisut karsittiin heti pois.

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus raportoidaan samalla tavalla kuin muutkin artikkelit. Katsauksen tulee sisältää johdanto, metodit, tulokset ja pohdinta. Metodiosassa tulee olla kuvaus säännöistä joiden mukaan artikkelit on tunnistettu, arvioitu ja yhdistetty lopputulokseksi. Kaikki työ kirjataan muistiin tulosten luotettavuuden arvioimiseksi. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 53-54.) Tämän kirjallisuuskatsauksen runko noudattelee yllä olevaa rakennetta ja kaikki vaiheet on kirjattu ylös.

Kuten Mäkinen (2005, 85-87) suosittelee, on kirjallisuuskatsauksessa suoritettu lähdekritiikkiä alusta alkaen, koska lähdekritiikin avulla saadaan arvio tiedon luotettavuudesta. Lähdekritiikkiin kuuluu lähteen aitouden arviointia, riippumattomuus, alkuperäisyys, kirjoittajan status, viitteiden merkinnät, julkaisun arvostettavuus jne. Tieteelliset julkaisut ja viranomaistieto on osoitettu luotettavaksi, kun taas sanomalehtien ja aikakauslehtien tuottama tieto on vähemmän luotettavaa. Lähteen aitoudella saadaan selvitettyä mahdollinen väärennös, ja riippumattomuudella nähdään onko lähde primäärilähde (aito ja alkuperäinen) vai sekundäärilähde (toisen käden tietoa). (Mäkinen 2005, 85–87.) Tähän kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit ovat kaikki alkuperäisiä ja ne ovat peräisin alan arvostetuista tieteellisistä julkaisuista.

Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaussa on termien ja tietokantojen osalta käytetty apuna Sosiaali- ja terveysalan informaattikkoa. Tämä osaltaan lisää tutkimuksen luotettavuutta. Haasion (2015, 21–22) mukaan tiedonhaun onnistumista tulee arvioida saannin, tarkkuuden ja relevanssin mukaan. Tähän kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit ovat aiheidensa perusteella relevantteja tälle kirjallisuuskatsaukselle. Hakutulos ja havaitut dokumentit ovat vastanneet tutkimuskysymyksiin, jonka perusteella voidaan sanoa tiedonhaun olevan onnistunut.

Kieliharha voi heikentää kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta, mutta sisällönanalyysin luotettavuutta puolestaan lisää useamman tutkijan yhteistyö (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 46). Kaikki valitut artikkelit olivat englanninkielisiä, joten kieliharhaa ei voi tässä kirjallisuuskatsauksessa kokonaan pois sulkea. Artikkelit kuitenkin luettiin läpi useamman kerran, jotta voitiin välttää käännösvirheitä. Tämä kirjallisuuskatsaus on tehty yhden tutkijan voimin, joten sekin voi osaltaan heikentää luotettavuutta sisällönanalyysin osalta. Sisällönanalyysin tarkoituksena kuitenkin on vastata ennalta asetettuihin tutkimuskysymyksiin, kuten Anttilakin (1998, viitattu 3.4.2015) on todennut. Tässä työssä tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset, joten sen osalta sisällönanalyysi on onnistunut.

8.4 Tutkimuksen eettisyys

Eettisyys on otettava huomioon kaikissa tutkimusprosessin vaiheissa. Aiheen, strategioiden ja menetelmien valinnoissa tulee noudattaa hyvän tieteellisen käytännön tapoja. Toimintatavoissa eettisyys korostuu rehellisyytenä, huolellisuutena ja tarkkuutena tutkimuksen toteutuksessa,

suunnittelussa ja raportoinnissa. (Lähdesmäki, Hurme, Koskimaa, Mikkola, Himberg 2009, viitattu 3.4.2015.)

Eettiset näkökulmat on jaettavissa kolmeen eri luokkaan. Ensimmäinen on tutkimusaiheen eettisyys, jossa tarkastellaan sitä miksi juuri tämän asian tutkiminen on perusteltua. Toisena tarkasteltavana asiana on tutkimusmenetelmien eettisyys; saadaanko tieto valituilla aineistonkeruumenetelmillä. Kolmantena eettisenä näkökulmana on aineiston analysointi ja raportointi. Tutkijan eettinen velvollisuus on raportoida tulokset mahdollisimman rehellisesti ja tarkasti tutkittavia suojellen. Tutkimusprosessi pitäisi tehdä läpinäkyväksi, jotta eettisten näkökohtien huomioiminen mahdollistuu. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka. 2006, viitattu 3.4.2015.)

Tämän työn eettiset ongelmakohdat ovat erilaisia kuin esimerkiksi tutkimuksissa, jossa tutkija on tekemisissä ihmisten kanssa. Esimerkiksi kirjallisuuskatsauksen artikkeleissa tehdyissä ihmistutkimuksissa tutkijoilla on täytynyt miettiä eettisiä seikkoja eri näkökulmista, mm. potilaiden henkilötietojen turvallisuutta. Tässä kirjallisuuskatsauksen teossa on pohdittu eettisyyttä mm. aiheen, tiedonhakustrategian ja menetelmien valinnassa.

Tutkimusaiheen valinta on perusteltu vismuttisuojien tutkimustarpeella, sillä tästä aiheesta ei ole tehty aikaisemmin suomenkielisiä tutkimuksia/julkaisuja. Tutkimusmenetelmät ovat eettisesti perusteltuja, sillä aineisto on saatu kerättyä kirjallisuuskatsaukseen kuuluvalla aineistonkeruumenetelmällä. Kirjallisuuskatsaukseen valikoituneet artikkelit on julkaistu tieteellisissä lehdissä, ja ne ovat vapaasti saatavissa, joten siltä osin tutkimusaineiston hankinnassa ei ole eettisiä ongelmia.

Menetelmät on raportoitu vaiheittain ja luotettavuutta on arvioitu koko tutkimuksen teon ajan. Aineiston sisällön analyysi on tehty rehellisesti ja on pyritty pitämään omat henkilökohtaiset näkemykset erossa tutkimuksen teosta. Aineistoon on perehdytty huolellisesti ja tiedostettu kieliharhan mahdollisuus. Mikään ulkopuolinen taho ei ole vaikuttanut kirjallisuuskatsauksen tekemiseen. Tiedosta ei ole maksettu eikä se ole tietyn tahon hankkimaa. Kaupalliset intressit eivät ole vaikuttaneet katsauksen tekemiseen. Raportissa on esitelty tutkimusartikkeleiden tulokset juuri kuten ne on artikkeleissa esitetty eikä tuloksia ole muutettu esimerkiksi positiivisempaan suuntaan. Työn teossa on suunnitelmallisesti pyritty objektiivisuuteen. Kirjallisuuskatsauksen teossa on kiinnitetty erityistä huomiota raportoinnin rehellisyyteen, huolellisuuteen ja tarkkuuteen.

8.5 Omat oppimiskokemukset

Tämän opinnäytetyön tekeminen on opettanut minulle paljon tutkimuksen tekemiseen liittyviä asioita. Kirjallisuuskatsauksen tekeminen vaatii hyvää tiedonhakukykyä, tarkkaa suunnittelua ja jatkuvaa dokumentointia. Olen oppinut tekemään tiedonhakua ja käyttämään kirjaston palveluita monipuolisemmin. Erilaiset kotimaiset ja kansainväliset oman alan tietokannat ovat tulleet tutuksi. Artikkeleiden osalta olen tutustunut radiologian alan kansainvälisiin julkaisuihin ja saanut sitä kautta kehitettyä omaa ammatillista osaamista. Tämän ansiosta osaan jatkossakin etsiä tietoa uusista ja ajankohtaisista asioista tällä ammattialalta. Olen oppinut valikoimaan artikkeleita tiettyjen kriteerien perusteella, ja valitsemaan niistä vain ne, jotka ovat relevantteja omalle tutkimukselle. Tämä tiedon suodattamistaito on hyödyksi myös jatkossa. Kaikki tähän opinnäytetyöhön valitut artikkelit olivat englanninkielisiä, joten tämän alan sanasto karttui huomattavasti. Opinnäytetyön prosessissa olen oppinut sekä systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekemisen että tieteellisen artikkelin kirjoittamisesta. Lisäksi prosessi on opettanut minulle ajanhallintaa ja suunnitelmallisuutta. Myös opinnäytetyön esittely AC-videoleikkeellä opetti esityksen valmistelua, käsikirjoitusta ja tietoteknisiä taitoja.

Tietoperustaa laatiessa olen tutkimuksen teon lisäksi, oppinut syvällisemmin tietoa vismuttisuoji-
en käytöstä, eri annosmodulointitekniikoista, optimoinnista ja fantom –tutkimuksista sekä eri maiden käytännöistä tietokonetomografiatutkimuksissa. Olen oppinut suojien vaikutuksesta kuvanlaatuun ja tarkemmin kohinan ja kontrastin vaikutukseen. Lasten säteilyannosten pienentämisen tärkeys on tullut tämän työn kautta entistäkin enemmän ilmi. Tämä on ammatillisen osaamisen kannalta keskeistä. Säteilyannosten optimointi on tärkeä osa röntgenhoitajan ammattia. Naisena pyrin kiinnittämään huomiota ennen kaikkea rintojen säteilyannosten pienentämiseen. Olen TT-työharjoittelun aikana laittanut potilaille rintojen suojaksi vismuttisuoja, ja tiennyt niiden suojausvaikutuksesta, mutta tämän kirjallisuuskatsauksen ansiosta tiedän niiden suojausvaikutuksesta huomattavasti enemmän kuin aikaisemmin. Tulevaa työelämää ajatellen, nämä kaikki oppimani asiat ovat olleet merkittäviä.

LÄHTEET

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa käytetyt tutkimusartikkelit ovat merkitty lähdeluetteloon tähdellä (*).

Akhlaghi, P., Miri-Hakimabad, H. & Rafat-Motavalli, L. 2014. Effects of shielding the radiosensitive superficial organs of ORNL pediatric phantoms on dose reduction in computed tomography. *Journal of medical physics*, 39 (4), 238-246.

Anttila, P. 1998. Tutkimisen taito ja tiedonhankinta. Sisällönanalyysi. Viitattu 3.4.2015. http://www.metodix.com/fi/sisallys/01_menetelmat/01_tutkimusprosessi/02_tutkimisen_taito_ja_tiedon_hankinta/09_tutkimusmenetelmat/30_sisallönanalyysi.

*Colletti, P., Micheli, O. & Lee, K. 2013. To shield or not to shield: Application of bismuth breast shields. *American journal of roentgenology*, 200 (3), 503-507.

*Coursey, C., Frush, D., Yoshizumi, T., Toncheva, G., Nguyen, G. & Greenberg, S. 2008. Pediatric chest MDCT using tube current modulation: Effect on radiation dose with breast shielding. *American journal of roentgenology*, 190 (1), 54-61.

*Einstein, A., Elliston, C., Groves, D., Cheng, B., Wolff, S., Pearson, G., Peters, M., Johnson, L., Bokhari, S., Johnson, G., Bhatia, K., Pozniakoff, T. & Brenner, D. 2012. Effect of bismuth shielding on radiation dose and image quality in coronary CT angiography. *Journal of nuclear cardiology*, 19 (1), 100-108.

Haasio, A. 2015. Löydä! Opas helppoon tiedonhakuun. Helsinki: BTJ Finland Oy.

Higgins, J. & Green, S. 2006. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* 4.2.6. Viitattu 8.3.2015. <http://www.cochrane.org/sites/default/files/uploads/Handbook4.2.6Sep2006.pdf>.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. *Tutki ja kirjoita*. 13. osin uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

* Hohl, C., Wildberger, C., Thomas, C., Muhlenbruch, G., Schmidt, T., Honnef, D., Gunther, R. & Mahnken, H. 2006. Radiation dose reduction to breast and thyroid during MDCT: Effectiveness of an in-plane bismuth shield. *Acta radiologica*, 47 (6), 562-567.

Jartti, A., Lantto, E., Rinta-Kiikka, I. & Vuorte, J. 2012. Vatsan TT-tutkimukset. Suositukset omien kuvauskäytäntöjen kehittämiseen. Suomen radiologiyhdistys.

Johansson, K. 2007. Kirjallisuuskatsaukset – huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa K. Johansson, A. Axelin, M. Stolt & R-L. Ääri (Toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: Turun yliopisto, Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, 3–9.

Kaasalainen, 2013. TT:n annossäästötekniikat. Viitattu 9.4.2014.
http://www.stuk.fi/proinfo/koulutus/fi_FI/RT2013/files/90377859150658993/default/Kaasalainen-Touko-RT2013.pdf.

*Kim, Y., Sung, Y., Choi, J., Kim, E. & Kim H. 2013. Reduced radiation exposure of the female breast during low-dose chest CT using organ based tube current modulation and a bismuth shield: comparison of image quality and radiation dose. *American journal of roentgenology*. 200 (3), 537-544.

Kortesniemi, M. & Lantto E. 2015. Tietokonetomografioiden optimointi. Säteitä säästään, laadusta tinkimättä. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 131 (1), 42-48.

*Lai, N., Liao, Y., Chen, T., Tyan, Y. & Tsai H. 2011. Real-time estimation of dose reduction for pediatric CT using bismuth shielding. *Radiation measurements*, 46 (12), 2039-2043.

Lähdesmäki, T., Hurme, P., Koskimaa, R., Mikkola, L., Himberg, T., 2009. Menetelmäpolkuja humanisteille. Jyväskylän yliopisto, humanistinen tiedekunta. Viitattu 3.4.2015.
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/tutkimusprosessi/etiikka>.

Marttila, O. 2002. Suureet ja yksiköt. Teoksessa T. Ikäheimonen (toim.) *Säteily ja sen havaitseminen*. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 65-76.

Mustonen, R., Sjöblom, K-L., Bly, R., Havukainen, R., Ikäheimonen, T-K., Kosunen, A., Markkanen, M., & Paile, W. 2007. Säteilysuojelun perussuositukset 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103. Viitattu 2.1.2015, http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/a_sarja/fi_FI/stuk-a235/_files/81687360018055623/default/stuk-a235.pdf.

Mäkelä, T. & Katisko, J. 2008. Säteilyannokseen vaikuttavat asiat – perusasioita. Sädeturvapäivien abstrakti.

Mäkinen, O. 2005. Tieteellisen kirjoittamisen ABC. Helsinki: Tammi.

Paile, W. 2002. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa W. Paile (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 43-46.

Paile, W. 2002b. ICRP:n näkemys säteilyn riskeistä ja suojeluperiaatteista. Teoksessa W. Paile (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 152-158.

Pudas-Tähkä, S-M. & Axelin, A. 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajausta, hakutermit ja abstraktien arviointi. Teoksessa K. Johansson, A. Axelin, M. Stolt & R-L Ääri (Toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: Turun yliopisto, Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, 46-57.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Viitattu 3.4.2015. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>.

Saether, HK., Martinsen, AC., Korsmo, L. & Reiser T. 2009. Radiation protection of childrens chest during high resolution CT of the lungs. Tidsskr Nor Laegeforen 129 (6), 521-523.

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasa: Vaasan yliopisto.

Seitamaa-hakkarainen, P. 2000. Kvalitatiivinen sisällön analyysi. Viitattu 3.4.2015. http://www.academia.edu/589363/Kvalitatiivinen_sis%C3%A4ll%C3%B6n_analyysi.

*Servaes, S. & Zhu, X. 2013. The effects of bismuth breast shields in conjunction with automatic tube current modulation in CT imaging. *Pediatric radiology* 43 (2), 1287-1294.

Säteilyturvakeskus 2014. Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. Ohje ST 3.3/8.12.2014. Viitattu 10.1.2015, <http://www.finlex.fi/data/normit/26677-ST3-3.pdf>.

Takada, K., Kaneko, J. & Aoki, K. 2009. Breast dose reduction in female CT screening for lung cancer using various metallic shields. *Nihon hoshasen gijutsu gakkai zasshi*, 65 (12), 1628-1637.

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa O. Pukkila (toim.) *Säteilyn käyttö*. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 13-171.

Tappouni, R. & Mathers, B. 2013. Scan quality and entrance skin dose in thoracic CT: A comparison between bismuth breast shield and posteriorly centered partial CT scans. *ISRN radiology* 2013: 457396. Viitattu 2.1.2015, <http://dx.doi.org/10.5402/2013/457396>.

Teirilä, M. & Jyväsjärvi, E. 2001. Tutkielmantekijän työkirja. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy.

Tähtinen, H. 2007. Systemaattinen tiedonhaku hoitotieteen näkökulmasta. Teoksessa K. Johansson, A. Axelin, M. Stolt & R-L Ääri (Toim.) *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*. Turku: Turun yliopisto, Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, 10-45.

*Yilmaz, M., Albayram, S., Yasar, D., Özer, H., Adaletli, I., Selcuk, D., Akman, C. & Altug, A. 2007. Female breast radiation exposure during thorax multidetector computed tomography and the effectiveness of bismuth breast shield to reduce breast radiation dose. *Journal of computer assisted tomography*, 31 (1), 138-142.

